

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

ATTORNEY DOCKET NO. 025311-0115



# 5

Applicant: Yoshimasa KAWASE  
Title: WAFER HEAT-TREATMENT SYSTEM AND  
WAFER HEAT-TREATMENT METHOD  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 02/06/2002  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-036040 filed February 13, 2001.

Respectfully submitted,

William T. Ellis  
Attorney for Applicant  
Registration No. 26,874

February 6, 2002  
Date

FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428



22428

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5485  
Facsimile: (202) 672-5399

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。 #5

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月13日

出願番号

Application Number:

特願2001-036040

出願人

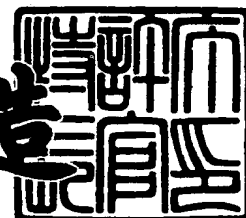
Applicant(s):

株式会社半導体先端テクノロジーズ

2001年12月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3107300

【書類名】 特許願

【整理番号】 00PK033A

【提出日】 平成13年 2月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社半  
導体先端テクノロジーズ内

【氏名】 川瀬 吉正

【特許出願人】

【識別番号】 597114926

【氏名又は名称】 株式会社半導体先端テクノロジーズ

【代理人】

【識別番号】 100082175

【弁理士】

【氏名又は名称】 高田 守

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100106150

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 英樹

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100108372

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷田 拓男

【電話番号】 03-5379-3088

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049397

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9903446

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ウエハ熱処理装置及びウエハ熱処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周囲を壁材に囲まれた閉空間内の所定位置に搬送されたウエハを、高温処理した後に冷却するウエハ熱処理装置であって、

前記壁材は、気体が密閉された中空部を有し、

該中空部は、該中空部の内圧を調整する圧力調整部が連結されたことを特徴とするウエハ熱処理装置。

【請求項 2】 前記圧力調整部は、前記ウエハの高温処理前に前記中空部の内圧を所定圧力まで減圧可能に形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載のウエハ熱処理装置。

【請求項 3】 前記圧力調整部は、前記ウエハの高温処理後に前記中空部の内圧を短時間に所定圧力まで加圧可能に形成されたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のウエハ熱処理装置。

【請求項 4】 前記中空部内の気体は、ヘリウム又は窒素であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載のウエハ熱処理装置。

【請求項 5】 中空部を有する壁材によって周囲を囲まれた閉空間内の所定位置に搬送されたウエハを高温処理する工程と、

該高温処理工程後に、前記閉空間内にて前記ウエハを所定温度まで冷却する工程と、

前記壁材に設けられた前記中空部の内圧を調整する工程とを備えたことを特徴とするウエハ熱処理方法。

【請求項 6】 前記圧力調整工程は、前記高温処理工程前に前記中空部の内圧を所定圧力まで減圧する工程を備えたことを特徴とする請求項 5 に記載のウエハ熱処理方法。

【請求項 7】 前記圧力調整工程は、前記高温処理工程後に短時間に前記中空部の内圧を所定圧力まで加圧する工程を備えたことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載のウエハ熱処理方法。

【請求項 8】 前記中空部内の気体は、ヘリウム又は窒素であることを特徴

とする請求項 5～請求項 7 のいずれかに記載のウエハ熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ウエハ熱処理装置及びウエハ熱処理方法に関し、特に、ウエハ上に酸化膜を形成したり又はアニール処理を施す枚葉式ランプ加熱方式のウエハ熱処理装置及びウエハ熱処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 3 は、従来のウエハ熱処理装置としての枚葉式ウエハ熱処理装置を示す概略図である。図 3 において、1 はウエハ、2 はウエハ 1 を高温処理するための処理室、2 a は処理室 2 内に気体を注入するための注入口、2 b は処理室 2 外に気体を排出するための排出口、2 c は処理室 2 内の雰囲気気を外部と隔絶する壁材、4 はランプヒータ 5 からのランプ光を反射する反射板、5 はランプヒータを示す。

【0003】

そして、このように構成された従来のウエハ熱処理装置においては、以下のような工程にてウエハ 1 の高温処理が行われることになる。すなわち、まず、図示せぬ搬送ロボットによって、ウエハ 1 は、壁材 2 の一部に設けられた図示せぬ搬送出入口から処理室 2 内に搬送される。次に、搬送出入口に設けられた図示せぬシャッタを閉じて、処理室 2 内を密閉状態にする。そして、注入口 2 a から処理室 2 内に窒素等の不活性ガス又は酸素等の酸化性ガスを注入するとともに、排出口 2 b から処理室 2 内の空気を外部に排出することで、ガス置換を行う。

【0004】

その後、複数のランプヒータ 5 を点灯して、そこから直接照射されるランプ光と、そのランプ光が反射板 4 で反射した後の反射光とを、石英等からなる壁材 2 c に透過させる。そして、壁材 2 c を透過した透過光のエネルギーにより、ウエハ 1 は加熱されることになる。その後、この状態を一定時間保持する。このような加熱と保温とによる高温処理を一定時間行うことにより、ウエハ内の不純物拡散をしたり、ウエハ表面の成膜を制御することになる。

## 【 0 0 0 5 】

このような一定時間の高温処理が終了した後、ランプヒータ 5 への電力供給を停止して、ウエハ 1 を冷却する。すなわち、ウエハ 1 からの熱は、その周囲の雰囲気を通して、処理室 2 の外部へ散逸し、それにともないウエハ 1 の温度も低下する。そして、その温度が数 1 0 0 ℃ に達したところで、ウエハ 1 は、搬送ロボットにより搬出入口から処理室 2 外へ搬送される。

## 【 0 0 0 6 】

## 【発明が解決しようとする課題】

近年、半導体素子の微細化にともない、その接合深さに対する要求が益々厳しくなっている。この接合深さに対する要求を満足するためには、まず、低エネルギー注入による浅い領域への不純物の添加が必要となる。さらには、不純物を活性化する際の熱履歴を最小として不純物拡散を制御することが必要となる。したがって、ウエハ熱処理装置による高温処理工程開始から冷却工程終了までに要する時間を短縮することは、ウエハの品質上極めて重要な課題となっている。

さらには、近年の半導体素子の高需要化という観点からも、ウエハ熱処理装置による高温処理工程開始から冷却工程終了までに要する時間を短縮することは、ウエハの生産性向上につながり、極めて重要な課題となっている。

## 【 0 0 0 7 】

ところが、上記従来の技術において、上述した高温処理工程開始から冷却工程終了までに要する時間を短縮することは、種々の制約があった。

すなわち、高温処理工程に要する時間について言えば、個々のランプヒータへの供給電力を大きくしたり、ランプヒータの個数を増やすことにより、処理室へ供給される単位時間当たりのエネルギーは増加するので、理論上、その時間は短縮されることになる。しかし、ランプヒータへの供給電力の増大は、ランニングコストの面から、低生産性をまねくため、これ以上の電力を消費することは妥当ではない。

## 【 0 0 0 8 】

また、冷却工程に要する時間について言えば、高温状態となっている処理室内の熱を積極的に外部に放出することが可能であれば良いが、ウエハの周囲の雰囲気

気、処理室の壁材、及びランプハウジングが一定の温度に達しているため、熱放出の効率が悪い。

【 0 0 0 9 】

この発明は上述したような問題点を解消するためになされたもので、比較的簡易な設備で、ランプヒータへの供給電力を大きくすることなく、短時間で所望のウエハの熱処理を可能とするウエハ熱処理装置及びウエハ熱処理方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

この発明の請求項 1 記載の発明にかかるウエハ熱処理装置は、周囲を壁材に囲まれた閉空間内の所定位置に搬送されたウエハを、高温処理した後に冷却するウエハ熱処理装置であって、前記壁材に、気体が密閉された中空部を設け、該中空部に、該中空部の内圧を調整する圧力調整部を連結したものである。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 2 記載の発明にかかるウエハ熱処理装置は、上記請求項 1 に記載の発明において、前記圧力調整部を、前記ウエハの高温処理前に前記中空部の内圧を所定圧力まで減圧可能に形成したものである。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 3 記載の発明にかかるウエハ熱処理装置は、上記請求項 1 又は請求項 2 に記載の発明において、前記圧力調整部を、前記ウエハの高温処理後に前記中空部の内圧を短時間に所定圧力まで加圧可能に形成したものである。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 4 記載の発明にかかるウエハ熱処理装置は、上記請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の発明において、前記中空部内の気体を、ヘリウム又は窒素としたものである。

【 0 0 1 4 】

また、この発明の請求項 5 記載の発明にかかるウエハ熱処理方法は、中空部を有する壁材によって周囲を囲まれた閉空間内の所定位置に搬送されたウエハを高温処理する工程と、該高温処理工程後に、前記閉空間内にて前記ウエハを所定温



度まで冷却する工程と、前記壁材に設けられた前記中空部の内圧を調整する工程とを備えたものである。

【0015】

また、請求項6記載の発明にかかるウエハ熱処理方法は、上記請求項5に記載の発明において、前記圧力調整工程に、前記高温処理工程前に前記中空部の内圧を所定圧力まで減圧する工程を備えたものである。

【0016】

また、請求項7記載の発明にかかるウエハ熱処理方法は、上記請求項5又は請求項6に記載の発明において、前記圧力調整工程に、前記高温処理工程後に短時間に前記中空部の内圧を所定圧力まで加圧する工程を備えたものである。

【0017】

また、請求項8記載の発明にかかるウエハ熱処理装置は、上記請求項5～請求項7のいずれかに記載の発明において、前記中空部内の気体を、ヘリウム又は窒素としたものである。

【0018】

【発明の実施の形態】

実施の形態。

以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、この発明の実施の形態を示すウエハ熱処理装置の概略図である。図1において、1はウエハ、2は周囲を壁材2cで囲まれた閉空間としての処理室、2aは注入口、2bは排出口、2cは壁材、3は壁材2cに設けられた中空部、4は反射板、5はランプヒータ、6、7はバルブ、8は圧力調整部としての真空ポンプ、9は圧力調整部としてのガス供給部、10は管を示す。

【0019】

ここで、中空部3は、そこに気体を密閉できるように形成されている。また、真空ポンプ8は、管10によって壁材2cの中空部3と連結されている。そして、バルブ7を開くことにより、中空部3の気体を外部へ排出し、中空部3の内圧を減圧することができる。

また、ガス供給部9も、管10によって中空部3と連結されている。そして、

バルブ 6 を瞬時に開放することにより、ガス供給部 9 内にある気体を、中空部 3 内に短時間に送り、中空部 3 の内圧を加圧することができる。

【 0 0 2 0 】

そして、このように構成されたウエハ熱処理装置においては、以下のような工程にてウエハ 1 の高温処理が行われることになる。すなわち、まず、図示せぬ搬送ロボットによって、ウエハ 1 は、壁材 2 の一部に設けられた図示せぬ搬出入口から処理室 2 内に搬送される。次に、搬出入口に設けられた図示せぬシャッタを閉じて、処理室 2 内を密閉状態にする。そして、注入口 2 a から処理室 2 内に窒素等の不活性ガスを注入するとともに、排出口 2 b から処理室 2 内の空気を外部に排出することで、ガス置換を行う。

【 0 0 2 1 】

一方、このガス置換の工程とほぼ同時に、上述したバルブ 7 を開くことにより、壁材 2 c に設けられた中空部 3 の内圧を、真空ポンプ 8 にて減圧する。このときの、減圧後の中空部 3 内の圧力は、真空に近い状態が好ましい。また、この中空部 3 の減圧工程は、後述するように、処理室 2 内をガス置換するのと同等の時間をかけて行われる。これにより、中空部 3 内において、温度低下が生じないようにしている。すなわち、閉空間における気体の圧力を急激に低下させると、その気体の温度も低下する。その場合、壁材 2 c への熱伝導により処理室 2 の温度も同時に低下してしまうことになるので、ウエハ 1 の高温処理に影響しないように、ゆっくりと減圧することとしたものである。

【 0 0 2 2 】

その後、複数のランプヒータ 5 を点灯して、そこから直接照射されるランプ光と、そのランプ光が反射板 4 で反射した後の反射光とを、壁材 2 c に透過させる。そして、壁材 2 c を透過した透過光のエネルギーにより、ウエハ 1 は加熱されることになる。

ここで、中空部 3 内は、上述したように、真空ポンプ 8 により減圧状態に維持されているので、壁材 2 c の熱伝導率は低くなる。したがって、熱が外部に放出しにくい状態、すなわち、断熱壁材に囲まれて保温性が高い状態となる。これにより、後述するように、ランプヒータ 5 の消費電力が小さくても、ウエハ 1 を高

温に維持することができる。

なお、処理室 2 内で受けるランプ光による熱はいわゆる放射熱であるので、中空部 3 の内圧変化に対する処理室 2 の受熱量については、ほとんど変化がない。

【 0 0 2 3 】

このような一定時間の高温処理が終了した後、ランプヒータ 5 への電力供給を停止する。その際、上述したバルブ 6 を瞬時に開放して、ガス供給部 9 内の気体を中空部 3 内に送る。これにより、中空部 3 に送られる気体は、急激に膨張することになり、いわゆる断熱膨張の効果により、気体自体の温度は低下する。そして、低温化した中空部 3 に向けて、高温状態にあるランプハウジング部及びウエハ 1 からの放射熱が吸収されるので、処理室 2 内の温度は短時間で低下することになる。

【 0 0 2 4 】

ここで、ガス供給部 9 から中空部 3 に送られる気体は、処理室 2 内へ気体漏れ等の不具合が発生した場合のウエハ 1 への影響を考慮して、処理室 2 内のガス置換工程において使用される不活性ガスと同じ、例えば、ヘリウムや窒素等の不活性ガスとすることが好ましい。特に、不活性ガスとして熱伝導率が大きいヘリウムを使用した場合には、上述の効果に加えて、ウエハ 1 の冷却についても有利に作用することになる。

そして、最後に、ウエハ 1 の温度が所定温度まで低下したところで、ウエハ 1 は、搬送ロボットにより搬出入口から処理室 2 外へ搬送される。

【 0 0 2 5 】

次に、上述の実施の形態に示すウエハ熱処理装置において、全工程における中空部圧力、ウエハ温度、ランプヒータ消費電力のそれぞれの変動について、図面に基づいて詳細に説明する。

図 2 (A) は、図 1 における中空部 3 内の圧力と、時間との関係を示す線図である。同図の縦軸において、P 0 は真空ポンプ 8 にて中空部 3 内の圧力を減圧する前の初期圧力、P 1 は減圧した後の真空状態に近い圧力を示す。また、同図の横軸において、S 0 ~ S 1 はウエハ 1 を処理室 2 内に搬入した後のガス置換工程に要する時間、S 1 ~ S 3 はガス置換を終了してからウエハ 1 の高温処理工程に

要する時間、S 3 ~ S 4 は高温処理を終了してからウエハ 1 を処理室 2 外に搬出するまでのウエハ 1 の冷却工程に要する時間を示す。

## 【 0 0 2 6 】

同図に示すように、S 0 ~ S 1 の比較的長い時間にて、中空部 3 の圧力を、P 0 から P 1 に徐々に減圧していくことになる。そして、S 1 ~ S 3 の時間では、中空部 3 の圧力を、P 1 に維持しながら、ウエハ 1 の高温処理をすることになる。さらに、S 3 の直後の短時間にて、中空部 3 の圧力を、P 1 から P 0 に加圧することになる。

## 【 0 0 2 7 】

一方、図 2 (B) は、図 1 におけるウエハ 1 の温度と、時間との関係を示す線図である。同図の縦軸において、T 0 は高温処理前のウエハ 1 の初期温度、T 1 は高温処理後のウエハ 1 の温度、T 2 は本実施の形態による冷却後のウエハ 1 の温度、T 3 は前記従来技術による冷却後のウエハ 1 の温度を示す。また、同図の横軸において、S 1 ~ S 2 は高温処理工程においてウエハ 1 の温度を T 0 から T 1 まで加熱するのに要する時間、S 2 ~ S 3 は高温処理工程においてウエハ 1 の温度を T 1 に保温するのに要する時間を示す。さらに、同図において、実線で表す曲線 L 1 は、冷却工程において、本実施の形態におけるウエハ温度と時間との関係を示す。これに対して、破線で表す曲線 L 2 は、冷却工程において、前記従来技術におけるウエハ温度と時間との関係を示すものである。

## 【 0 0 2 8 】

ここで、本実施の形態においては、高温処理工程後に短時間に中空部 3 内の圧力を加圧しているので、上述した断熱膨張の効果によって、同図の実線 L 1 と破線 L 2 とから明らかなように、処理室 2 内の温度を短時間に低下させることができる。すなわち、本実施の形態においては、冷却工程に要する時間を短縮することができる。

## 【 0 0 2 9 】

一方、図 2 (C) は、ランプヒータ 5 の単位時間当たりの消費電力と、時間との関係を示す線図である。同図の縦軸において、W 0 は高温処理工程前のランプヒータ 5 の消費電力、W 1 は高温処理工程におけるウエハ 1 の加熱時に必要なラ

ンプヒータ 5 の消費電力、W 2 は本実施の形態による高温処理工程の保温時に必要な消費電力、W 3 は前記従来技術による高温処理工程の保温時に必要な消費電力を示す。また、同図において、実線 L 3 は本実施の形態による時間 S 2 ～ S 3 におけるランプヒータ消費電力と時間との関係を示す直線であり、破線 L 4 は前記従来技術による時間 S 2 ～ S 3 におけるランプヒータ消費電力と時間との関係を示す直線である。

## 【 0 0 3 0 】

ここで、本実施の形態においては、高温処理工程前に中空部 3 の圧力をほぼ真空状態に減圧しているため、処理室 2 内は上述したように断熱された状態となり、同図の実線 L 3 と破線 L 4 とから明らかなように、特に、処理室 2 内の温度を一定の高温状態に保温するためのランプヒータ 5 の消費電力を低減することができる。すなわち、同図の斜線で囲んだ部分が、本実施の形態により低減されたランプヒータ 5 の消費電力の総和となる。このように、本実施の形態においては、高温処理工程に要するランプヒータ消費電力を低減しているにもかかわらず、高温処理工程に要する時間は従来技術と差異のないものとすることができる。

## 【 0 0 3 1 】

以上説明したように、本実施の形態のように構成されたウエハ熱処理装置においては、高温処理工程前の減圧工程によってランプヒータ 5 の消費電力を低減することができ、なおかつ、高温処理終了後の加圧工程によって冷却工程に要する時間を短縮することができる。

## 【 0 0 3 2 】

なお、本発明が上記実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、実施の形態は適宜変更され得ることは明らかである。また、上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。

## 【 0 0 3 3 】

## 【発明の効果】

本発明は以上のように構成されているので、請求項 1 ～ 2、請求項 5 ～ 6 に対応した効果としては、以下のようなになる。すなわち、処理室の壁材に中空部を設

けて、高温処理工程前にその内圧を減じることにより、熱処理によるウエハの品質を維持しつつ、熱処理に係わるランプヒータへの供給電力を低減することができる。これにより、比較的簡単な設備で、処理コストが安価であるウエハ熱処理装置及びウエハ熱処理方法を提供することができる。

#### 【0034】

また、請求項1、請求項3、請求項5、請求項7に対応した効果としては、以下のようなになる。すなわち、処理室の壁材に中空部を設けて、高温処理工程後にその内圧を瞬時に加圧することにより、ウエハの冷却工程に要する時間を短縮することができる。これにより、比較的簡単な設備で、半導体素子の微細化に対応したウエハの熱処理品質を有し、生産効率の高いウエハ熱処理装置及びウエハ熱処理方法を提供することができる。

#### 【0035】

また、請求項4、請求項8に対応した特有の効果としては、壁材の中空部内に供給され、又は、中空部外に排出される気体を、高温処理工程からウエハ搬出までの間に一般的に使用される不活性ガスとしたので、処理室内へ気体漏れ等の不具合が発生した場合であっても、ウエハの熱処理に対する品質に影響の少ないウエハ熱処理装置及びウエハ熱処理方法を提供することができる。特に、その不活性ガスをヘリウムとした場合には、熱伝導率が比較的大きいために、ウエハの冷却工程に要する時間をさらに短縮することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態を示すウエハ熱処理装置の概略図である。

【図2】 本発明の実施の形態に示すウエハ熱処理装置における、(A) 中空部圧力と時間との関係を示す線図と、(B) ウエハ温度と時間との関係を示す線図と、(C) ランプヒータ消費電力と時間との関係を示す線図とである。

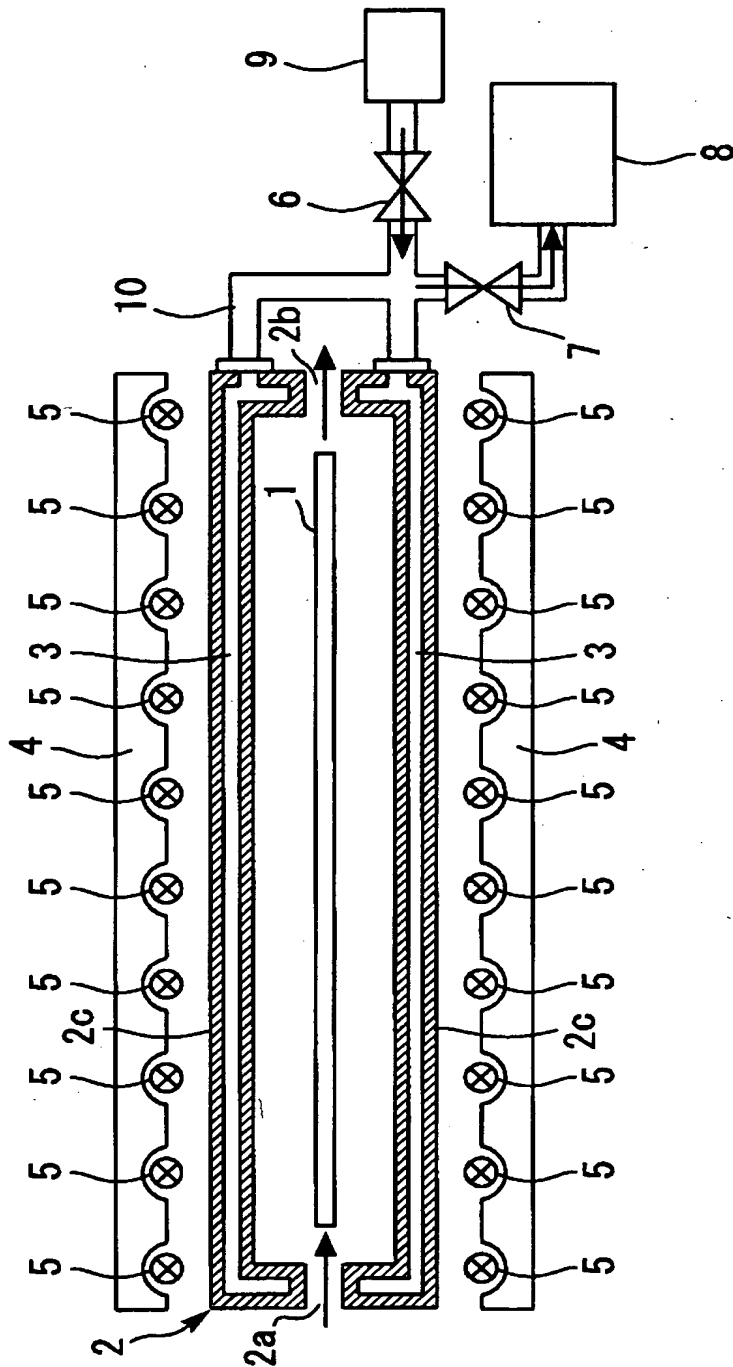
【図3】 従来のウエハ熱処理装置を示す概略図である。

#### 【符号の説明】

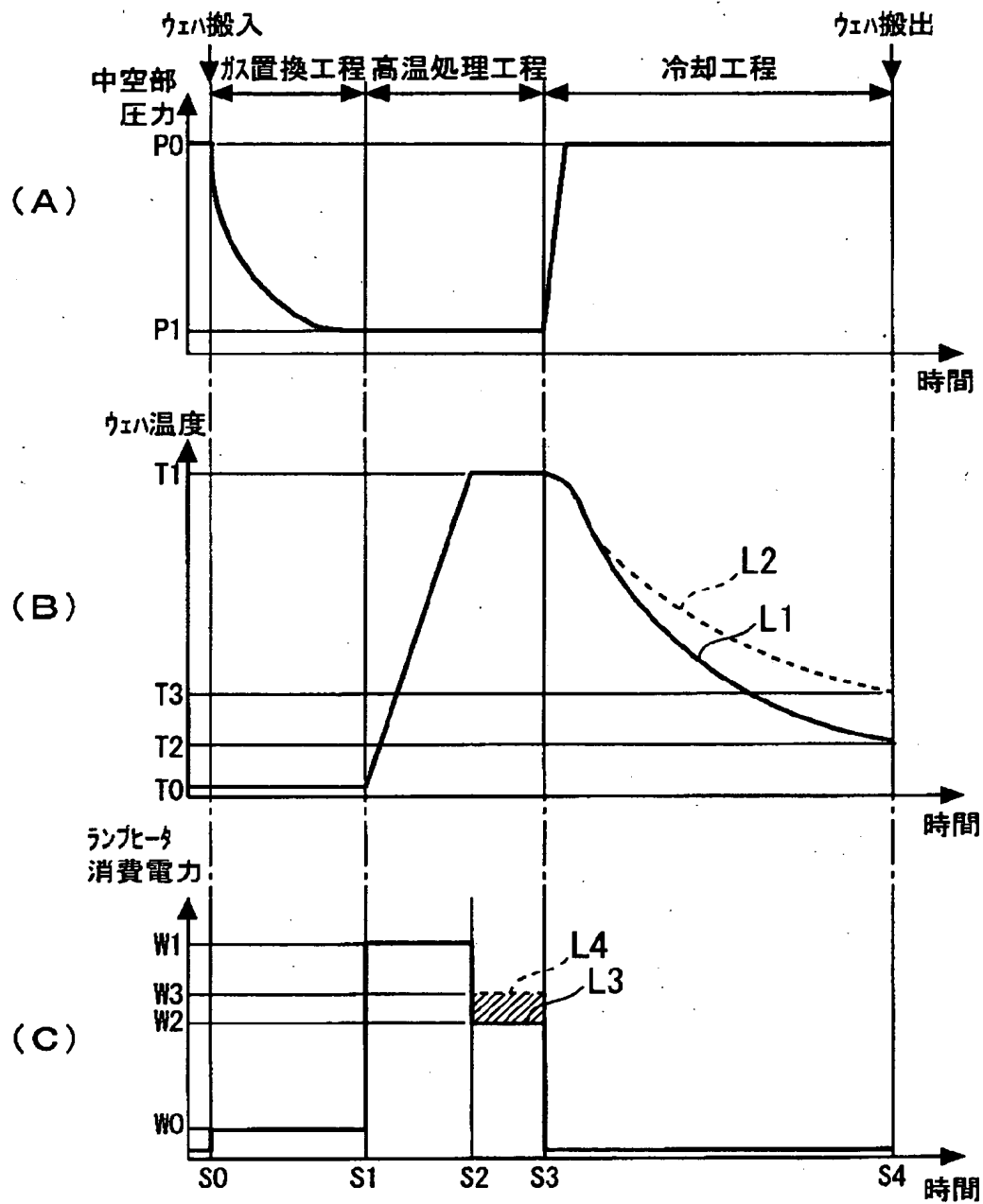
- 1 ウエハ、 2 処理室、 2 a 注入口、 2 b 排出口、  
2 c 壁材 3 中空部、 4 反射板、 5 ランプヒータ、  
6、7 バルブ、 8 真空ポンプ、 9 ガス供給部、 10 管。

【書類名】 図面

【図 1】

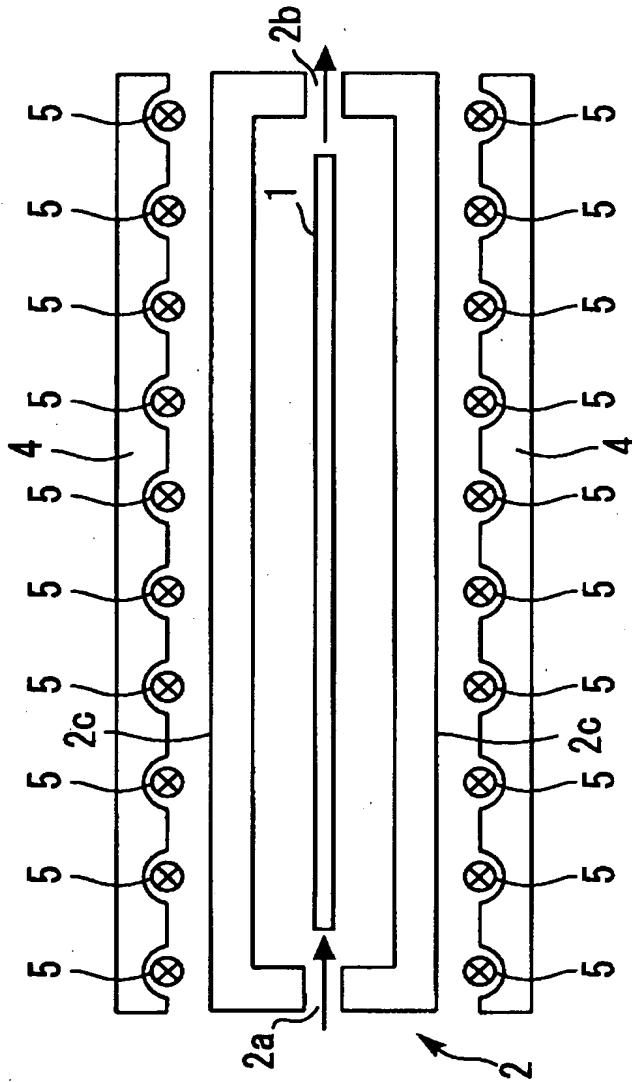


【図 2】





【図 3】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    比較的簡易な設備で、ランプヒータへの供給電力を大きくすることなく、短時間で所望のウエハの熱処理を可能とするウエハ熱処理装置及びウエハ熱処理方法を提供する。

【解決手段】    周囲を壁材に囲まれた閉空間 2 内の所定位置に搬送されたウエハ 1 を、高温処理した後に冷却するウエハ熱処理装置であって、壁材 2 c に、気体が密閉された中空部 3 を設け、中空部 3 に、中空部 3 の内圧を調整する圧力調整部 6 ～ 1 0 を連結したものである。

【選択図】            図 1

出 願 入 履 歴 情 報

識別番号 [597114926]

1. 変更年月日 1997年 8月12日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地  
氏 名 株式会社半導体先端テクノロジーズ